



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 23 226 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 02 B 5/04**  
F 21 V 11/06

②① Aktenzeichen: 199 23 226.1  
②② Anmeldetag: 20. 5. 1999  
④③ Offenlegungstag: 23. 11. 2000

DE 199 23 226 A 1

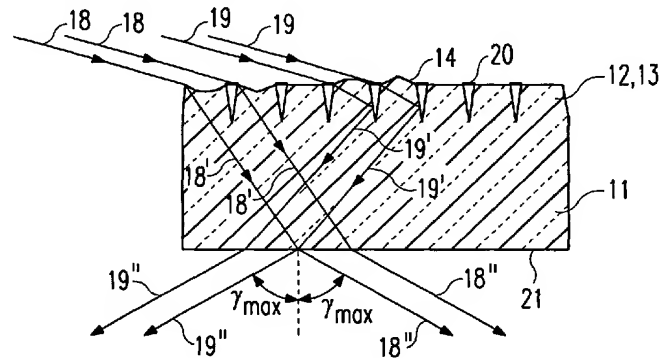
⑦① Anmelder:  
Zumtobel Staff GmbH, Dornbirn, AT  
  
⑦④ Vertreter:  
Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,  
80331 München

⑦② Erfinder:  
Sejkora, Günther, Dr., Schwarzenberg, AT

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Optisches Element mit Mikroprismenstruktur zur Umlenkung von Lichtstrahlen

⑤⑦ Optisches Element (10, 10', 10'') zur Umlenkung von in dieses eintretenden und wieder aus diesem austretenden Lichtstrahlen (18, 19), derart, daß deren Austrittswinkel ( $\gamma$ ) begrenzt ist, insbesondere zur Verwendung als Leuchtenabdeckung, mit einem plattenförmigen Kern (11, 11', 11'') aus transparentem Material, der an einer Seite mit Mikroprismen (12, 13) besetzt ist, die sich unter Bildung von Furchen (22) - von ihrer Wurzel (15) ausgehend - verjüngen, wobei die Gesamtheit der Mikroprismen-Deckflächen (14) die Lichteintrittsfläche und die andere Seite (21) des Kernes die Lichtaustrittsfläche bildet, und wobei die Mikroprismen-Deckflächen (14) in stetiger oder nicht-stetiger Form konvex oder konkav ausgebildet sind, sowie Verfahren zur Herstellung des optischen Elements (10, 10', 10'').



DE 199 23 226 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisches Element mit Mikroprismenstruktur, insbesondere zur Verwendung als Leuchtenabdeckung nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1, sowie ein Verfahren zur Herstellung desselben gemäß Patentanspruch 8.

Durch derartige optische Elemente bzw. Leuchtenabdeckungen soll erreicht werden, daß der Austrittswinkel von Lichtstrahlen beispielsweise aus einer Leuchte begrenzt wird, um eine Blendung für den Betrachter zu vermeiden bzw. zumindest zu verringern. Darüber hinaus bewirkt ein solches Element natürlich auch einen mechanischen Schutz für die Leuchte und insbesondere die Lichtquelle im Innern der Leuchte.

Ein optisches Element der eingangs genannten Art ist beispielsweise aus dem österreichischen Patent AT-B-403,403 bekannt. Das bekannte, als Leuchtenabdeckung eingesetzte optische Element weist auf seiner der Lampe zugewandten Seite in Reihen und Zeilen angeordnete pyramidenartige Profilierungen, sogenannte Mikroprismen auf, die als Pyramidenstümpfe ausgebildet sind und eine parallel zur Basisfläche (Lichtaustrittsfläche) liegende obere Begrenzungsfläche (Lichteintrittsfläche) aufweisen. Die gesamte Leuchtenabdeckung besteht vollständig aus einem glasklaren bzw. transparenten Material.

Ein Pyramidenstumpf bzw. Mikroprisma gemäß der AT-B-403,403 ist zur Erläuterung der der vorliegenden Erfindung zugrundeliegenden Problemstellung in **Fig. 1** dargestellt. Wie in der Patentschrift näher beschrieben, weist das bekannte Mikroprisma **1** eine als Lichteintrittsfläche dienende Deckfläche **2**, eine parallel zu dieser angeordnete und als Lichtaustrittsfläche dienende Wurzel **3** und schräg verlaufende Seitenwände **4** derart auf, daß das Mikroprisma **1** die Form eines Pyramidenstumpfes annimmt. Der Austrittswinkel  $\gamma$  der austretenden Lichtstrahlen bezüglich des Lotes auf die Lichtaustrittsfläche **3** soll höchstens etwa  $\gamma_{\max} \approx 60^\circ$ , vorzugsweise  $\gamma_{\max} \approx 60^\circ$ , betragen, um eine Blendung des Betrachters bei seitlicher Betrachtung der Leuchte zu vermeiden. Um gleichzeitig einen möglichst hohen optischen Wirkungsgrad zu erzielen, ergibt sich für das Mikroprisma **1** aus transparentem Material ein optimales Verhältnis der Abmessungen des Pyramidenstumpfes d. h. das von der Brechzahl  $n$  des Materials des Pyramidenstumpfes abhängt. Ferner ergibt sich auch ein optimaler Furchenwinkel  $\delta$  zwischen benachbarten Mikroprismen **1** von etwa  $8-9^\circ$  bei einem Rastermaß der Mikroprismen von etwa  $700 \mu\text{m}$ .

Bei den vorstehend genannten Parametern wird auch für solche Lichtstrahlen, die direkt auf die Kanten **5** oder unmittelbar neben die Kanten **5** des Pyramidenstumpfes **1** treffen und gerade noch an den Kanten **6** zwischen den Pyramidenstümpfen **1** vorbeigehen, erreicht, daß sie aus der Ebene der Lichtaustrittsfläche **3** mit einem Austrittswinkel von  $\gamma < 60^\circ$  austreten.

Es hat sich aber in der Praxis herausgestellt, daß es fertigungstechnisch äußerst schwierig oder nahezu unmöglich ist, einen Furchenwinkel  $\delta$  von etwa  $8-9^\circ$  einzuhalten. Derzeit können Furchenwinkel  $\delta$  von etwa  $15^\circ$  mit einer ausreichend hohen Genauigkeit und Reproduzierbarkeit realisiert werden. Es kann zwar auch bei einem realistischen Furchenwinkel  $\delta \approx 15^\circ$  ein Austrittswinkel von  $\gamma_{\max} \approx 60^\circ$  erzielt werden; dies hat allerdings bei einer gleichbleibenden Höhe  $h$  des Pyramidenstumpfes **1** zur Folge, daß aufgrund der dadurch verringerten Fläche der Lichteintrittsfläche **2** der optische Wirkungsgrad der Leuchtenabdeckung entsprechend von etwa  $75-80\%$  auf etwa  $65\%$  reduziert wird. Alternativ könnte zur Beibehaltung der Ausdehnung der Lichteintrittsfläche **2** auch die Höhe  $h$  des Pyramidenstumpfes **1** verrin-

gert werden. In diesem Fall würde jedoch der maximale Lichtaustrittswinkel  $\gamma_{\max} \approx 60^\circ$  nicht mehr eingehalten werden, da Lichtstrahlen, die direkt an den Kanten **5** der Lichteintrittsflächen **2** in das Mikroprisma **1** eintreten und gerade noch an den Kanten **6** zwischen benachbarten Pyramidenstümpfen **1** vorbeigehen, die Leuchtenabdeckung flacher verlassen.

Eine weitere Leuchtenabdeckung bzw. ein weiteres optisches Element der eingangs genannten Art ist beispielsweise aus der WO 97/36 131 bekannt. Die in dieser Druckschrift offenbarte Mikroprismenstruktur weist einerseits an den Seitenwänden der Pyramidenstümpfe eine reflektierende Abdeckung zum Verhindern, daß Licht aus den Seitenwänden der Mikroprismen austritt und den Wirkungsgrad der Leuchtenanordnung verringert, und andererseits auf der Seite der Lichtaustrittsflächen der Mikroprismen ein Linsensystem zum Bündeln der Lichtstrahlen in eine Richtung etwa senkrecht zu der Ebene der Lichtaustrittsfläche auf. Der Aufbau dieser Leuchtenabdeckung ist im Vergleich zu der aus der AT-B-403,403 bekannten Leuchtenabdeckung aber relativ kompliziert und deshalb fertigungstechnisch aufwendiger.

Ausgehend von dem vorgenannten Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein optisches Element der eingangs genannten Art bereitzustellen, das die oben beim Stand der Technik beschriebenen Nachteile vermeidet und insbesondere bei einem hohen lichttechnischen Wirkungsgrad einen Austrittswinkel der Lichtstrahlen aus dem optischen Element gewährleistet, bei dem eine Blendung des Betrachters vermieden wird.

Diese Aufgabe wird durch ein optisches Element mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, daß die durch die Mikroprismen-Deckflächen gebildete Lichteintrittsfläche des optischen Elements in stetiger oder nicht-stetiger Form konvex oder konkav ausgebildet sind, treffen die von einer Lampe kommenden Lichtstrahlen unter einem anderen Einfallswinkel auf die Lichteintrittsfläche des Elements als bei einer zu der Lichtaustrittsfläche parallel ausgerichteten Lichteintrittsfläche. Durch eine geeignete Wahl der Wölbung bzw. des Wölbungsgrades, die bzw. der im übrigen auch von dem Material des Elementenkerns und insbesondere dessen Brechzahl abhängt, wird erreicht, daß die Lichtstrahlen nur unter einem Austrittswinkel von höchstens etwa  $60^\circ$  zum Lot der Lichtaustrittsfläche aus der Lichtaustrittsfläche austreten können, ohne daß hierdurch der lichttechnische Wirkungsgrad des optischen Elements verringert wird. Eine konkave Ausbildung der Mikroprismen-Deckflächen bewirkt, daß die auf die Deckflächen auftreffenden Lichtstrahlen unter steileren Winkeln in die Mikroprismenstruktur gebrochen werden und das optische Element nicht unter einem zu flachen Winkel verlassen. Eine konvexe Ausbildung der Mikroprismen-Deckflächen bewirkt hingegen, daß die auf die Deckflächen unter einem flachen Winkel auftreffenden Lichtstrahlen unter flacheren Winkeln in die Mikroprismenstruktur gebrochen werden, deshalb an der gegenüberliegenden Strukturflanke totalreflektiert werden und das optische Element mit einem ausreichend kleinen Austrittswinkel verlassen.

Die Ausbildung der Mikroprismen-Deckflächen wird vorzugsweise durch eine konvexe oder konkave Krümmung oder Stufung realisiert, wobei sich die Krümmung oder Stufung nicht notwendigerweise über die gesamte Deckflächen erstrecken muß.

Der plattenförmige Kern des optischen Elements wird gemäß der vorliegenden Erfindung entweder aus einem transparenten Block mechanisch herausgearbeitet oder durch Eingießen oder Einspritzen des transparenten Materials in

eine entsprechende Form und anschließender Beaufschlagung mit Druck hergestellt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

Verschiedene bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

**Fig. 1** eine aus dem Stand der Technik bekannte Mikroprismenstruktur einer Leuchtenabdeckung im Schnitt;

**Fig. 2** eine schematische perspektivische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen optischen Elements;

**Fig. 3** eine schematische perspektivische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen optischen Elements;

**Fig. 4** eine schematische perspektivische Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen optischen Elements;

**Fig. 5** ein erstes Ausführungsbeispiel einer Mikroprismenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung im Schnitt gemäß der Linie A-A von **Fig. 2** bzw. 4;

**Fig. 6** ein zweites Ausführungsbeispiel einer Mikroprismenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung im Schnitt;

**Fig. 7** ein drittes Ausführungsbeispiel einer Mikroprismenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung im Schnitt;

**Fig. 8** ein viertes Ausführungsbeispiel einer Mikroprismenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung im Schnitt;

**Fig. 9** ein fünftes Ausführungsbeispiel einer Mikroprismenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung im Schnitt;

**Fig. 10** ein sechstes Ausführungsbeispiel einer Mikroprismenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung im Schnitt;

**Fig. 11A** eine Darstellung des Verlaufes eines Lichtstrahles durch ein herkömmliches optisches Element; und

**Fig. 11B** eine Darstellung des Verlaufes mehrerer beispielhafter Lichtstrahlen durch ein optisches Element gemäß der vorliegenden Erfindung.

Die **Fig. 2** bis 4 zeigen in einer perspektivischen Darstellung drei unterschiedliche, beispielsweise als Leuchtenabdeckungen eingesetzte optische Elemente **10**, **10'** bzw. **10''** von der der Lampe (nicht gezeigt) der Leuchte zugewandten Seite. Die optischen Elemente **10**, **10'**, **10''** bestehen aus einem lichtdurchlässigen bzw. transparenten Material, wie transparenten Kunststoffen, wie beispielsweise Acrylglas. Die optischen Elemente **10**, **10'**, **10''** bestehen jeweils aus einem plattenförmigen Kern **11**, **11'** bzw. **11''** aus transparentem Material, der an einer Seite mit einer Vielzahl von Mikroprismen **12**, **13** besetzt ist. Die Mikroprismen **12**, **13** sind dabei derart ausgebildet, daß sie sich unter Bildung von Furchen **22** – von ihren Wurzeln **15** ausgehend – verjüngen. Die Gesamtheit der Deckflächen **14** der Mikroprismen **12**, **13** bildet dabei die Lichteintrittsfläche des optischen Elements und die andere Seite 21 des Kerns die Lichtaustrittsfläche des optischen Elements.

Der Elementenkern **11**, **11'**, **11''** des erfindungsgemäßen optischen Elements **10**, **10'**, **10''** kann auf verschiedene Weise aus einem transparenten Material, vorzugsweise einem transparenten Kunststoffmaterial, wie Acrylglas, hergestellt werden. Als erstes ist hier die Herstellung mittels eines sogenannten Spritz-Prägeverfahrens zu nennen. Dieses Verfahren ist ähnlich dem allgemein bekannten Kunststoffspritzen, erfolgt aber mit einem relativ geringen Spritzdruck. Nach dem Einspritzen des transparenten Materials in die Form wird ein mechanischer Druck auf das noch flüssige Material ausgeübt, so daß dieses in die Strukturen der Form eindringen kann. Weiter ist die Herstellung des Elementenkerns **1** auch mittels eines Heißprägeverfahrens möglich, bei

dem das transparente Material in flüssiger Form in eine entsprechende Form eingegossen und anschließend ebenfalls mit Druck beaufschlagt wird, um die Prägung zu erzielen.

Ferner besteht auch die Möglichkeit, einen transparenten Kunststoffblock mechanisch mit den Furchen zu versehen. Dies kann beispielsweise spanabhebend, z. B. mit einem Diamantfräser, oder mittels eines Laserstrahles erfolgen.

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung des transparenten Kerns **11**, **11'**, **11''** besteht darin, den flüssigen Kunststoff durch einen Extrusionskopf zu drücken. Hierbei können allerdings nur lineare Strukturen von Mikroprismen **13** erzeugt werden.

In dem ersten Ausführungsbeispiel von **Fig. 2** weist das optische Element **10** auf der der Lampe der Leuchte zugewandten Seite in Zeilen und Reihen angeordnete Profilierungen in Form von Mikroprismen **12** jeweils gleicher Abmessung und quadratischer Basis auf. Die Mikroprismen **12** sind in **Fig. 2**, wie im übrigen auch in den **Fig. 3** und 4, nur schematisch dargestellt, ihre Form entspricht beispielsweise einem der in den **Fig. 5**–10 gezeigten und weiter unten beschriebenen Ausführungsbeispiele. Durch die matrixartige Anordnung der Mikroprismen **12** des ersten Ausführungsbeispiels des optischen Elements wird eine Querentblendung in beide Richtungen erzielt.

Während in dem ersten Ausführungsbeispiel des optischen Elements **10** die Mikroprismen **12** in Reihen und Zeilen unmittelbar aufeinander folgen, sind die Mikroprismen **12** in dem in **Fig. 3** gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel des optischen Elements **10'** schachbrettartig angeordnet, d. h. zwischen zwei aufeinander folgenden Mikroprismen **12** ist jeweils in Zeilen- und in Reihenrichtung eine Mikroprismenstruktur ausgespart, wobei die ausgesparte Fläche hinsichtlich ihrer Länge und Breite der Basisfläche eines Mikroprismas **12** entspricht. Die Mikroprismen haben auch in diesem zweiten Ausführungsbeispiel vorzugsweise eine quadratische Basisfläche. Es ist aber sowohl im Falle des ersten als auch des zweiten Ausführungsbeispiels möglich, als Basisfläche ein anderes, vorzugsweise regelmäßiges, Vieleck vorzusehen.

Das dritte Ausführungsbeispiel des optischen Elements **10''** gemäß **Fig. 4** unterscheidet sich von den beiden oben beschriebenen Ausführungsbeispielen dadurch, daß sich die Mikroprismen **13** des optischen Elements **10''** in einer Richtung, zum Beispiel der Zeilenrichtung, über die gesamte Länge des optischen Elements **10''** erstrecken, während sie in der anderen Richtung, zum Beispiel der Reihenrichtung, wie bei den optischen Elementen **10**, **10'** der **Fig. 2** und 3 aufeinander folgend angeordnet sind. Analog zu dem zweiten Ausführungsbeispiel ist es auch hier denkbar, jeweils eine Reihe zwischen zwei Mikroprismenstrukturen **13** auszusparen.

Durch die sich linear erstreckenden Mikroprismen **13** wird eine Querentblendung nur senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Mikroprismen **13** erreicht. Das optische Element **10''** gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel eignet sich deshalb insbesondere für Leuchten, in denen längliche Lampen, wie beispielsweise Leuchtstoffröhren, eingesetzt sind. Die Längsrichtung der Lampe verläuft dabei parallel zu der Erstreckungsrichtung der linearen Mikroprismen **13**.

Wie in **Fig. 4** außerdem angedeutet, sind die Zwischenräume zwischen den angrenzenden Mikroprismen **13** vorzugsweise mit einem reflektierenden Material **20**, beispielsweise einer Metallfolie mit hohem Reflexionsvermögen, abgedeckt. Hierdurch wird erreicht, daß nur das Licht, das von der Lampe auf die die Lichteintrittsfläche bildenden Deckflächen **14** der Mikroprismen **13** trifft, durch das optische Element **10''** abgestrahlt wird. Die auf die Abdeckung **20** auftreffenden Lichtstrahlen werden in das Innere der

Leuchte zurück reflektiert und von einem in üblicher Weise hinter der Lampe angeordneten Reflektor wieder in Richtung auf das optische Element reflektiert.

Durch eine derartige reflektierende Abdeckung **20** kann der Wirkungsgrad des optischen Elements weiter erhöht werden. Anstelle der in **Fig. 4** teilweise gezeigten Abdeckung **20** ist es auch möglich, die Zwischenräume bzw. Furchen **22** zwischen den Mikroprismen **13** vollständig mit einem reflektierenden Material zu füllen. In dieser Weise werden auch die Seitenwände **16** der Mikroprismen **13** total reflektierend ausgebildet, so daß Lichtstrahlen, die von innen auf diese Seitenwände **16** auftreffen, die Mikroprismen **13** nicht verlassen können. Alternativ hierzu können die Seitenwände **16** der Mikroprismen **13** auch mit einem reflektierenden Material beschichtet oder in anderer Art und Weise reflektierend ausgebildet sein.

Die hier am Beispiel des optischen Elements **10''** von **Fig. 4** genannten Maßnahmen finden selbstverständlich ebenfalls bei den ersten beiden Ausführungsbeispielen der **Fig. 2** und **3** in analoger Weise Anwendung.

In den **Fig. 5** bis **10** sind nun unterschiedliche Ausführungsbeispiele von Mikroprismen **12**, **13** im Schnitt gemäß Linie A-A von **Fig. 2** bzw. **Fig. 4** dargestellt. Die nachfolgend beschriebenen Mikroprismen **12**, **13** können wahlweise in den optischen Elementen **10**, **10'**, **10''** der **Fig. 2** bis **4** eingesetzt werden.

Die in **Fig. 5** im Schnitt dargestellte Mikroprismenstruktur **12**, **13** weist eine Wurzel **15**, die im wesentlichen die Lichtaustrittsfläche **21** des optischen Elements bildet, und eine im wesentlichen parallel zu dieser angeordnete, die Lichteintrittsfläche bildende Deckfläche **14** auf. Die Seitenflächen **16** des Mikroprismas **12**, **13** verlaufen leicht nach innen geneigt von der Wurzel **15** zu der Deckfläche **14**, so daß sich die sich nach außen verjüngende Struktur ergibt. Dieser Neigungswinkel  $\delta/2$  der Seitenflächen **16** bestimmt den Furchenwinkel  $\delta$  zwischen angrenzenden Mikroprismen **12**, **13** des optischen Elements **10**, **10''**. Das Mikroprisma **12**, **13** hat vorzugsweise eine quadratische bzw. rechteckige Form, kann aber ebenso ein beliebiges anderes, vorzugsweise regelmäßiges, Vieleck sein.

Die Lichteintrittsfläche **14** des Mikroprismas **12**, **13** ist im vorliegenden ersten Ausführungsbeispiel von **Fig. 5** konkav, d. h. nach innen gekrümmt. Der Grad der erforderlichen Krümmung hängt von den Abmessungen des Mikroprismas **12**, **13**, genauer gesagt von dem Verhältnis d. h. und von der Brechzahl  $n$  des transparenten Materials des Mikroprismas **12**, **13** ab. Der Fachmann auf dem Gebiet der Optik wird jedoch ohne weiteres den im Einzelfall erforderlichen Wölbungsgrad der Lichteintrittsfläche **14** bestimmen können, um einen maximalen Lichtaustrittswinkel  $\gamma_{\max}$  von etwa  $60-70^\circ$  zu erzielen. Der Effekt der gekrümmten Lichteintrittsfläche **14** wird weiter unten anhand der **Fig. 11A** und **B** näher beschrieben.

Das in **Fig. 6** gezeigte zweite Ausführungsbeispiel des Mikroprismas **12**, **13** unterscheidet sich von dem oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel dadurch, daß die Lichteintrittsfläche **14** konvex, d. h. nach außen gekrümmt ist.

Anstelle einer konkav oder konvex gekrümmten Lichteintrittsfläche **14** ist es ebenso möglich, eine stufen- oder kantenförmige Lichteintrittsfläche **14** vorzusehen, wie dies in den Ausführungsbeispielen der **Fig. 7** bis **10** dargestellt ist.

Im Falle der beiden Ausführungsbeispiele von **Fig. 7** und **8** setzt sich die Lichteintrittsfläche **14** aus Teilflächen zusammen, die in der Mitte der Lichteintrittsfläche **14** unterhalb bzw. oberhalb der (gedachten) Ebene der Lichteintrittsfläche zusammenlaufen und so eine eingesenkte bzw. erhabene Struktur ausbilden. Bei einer quadratischen Basisflä-

che des Mikroprismas **12** beispielsweise sind diese Teilflächen der Lichteintrittsfläche **14** dreieckförmig.

In dem fünften und dem sechsten Ausführungsbeispiel der **Fig. 9** bzw. **10** setzt sich die Lichteintrittsfläche **14** ebenfalls aus mehreren Teilflächen zusammen. Eine Teilfläche ist parallel zu der Lichtaustrittsfläche **15** und der (gedachten) Ebene der Lichteintrittsfläche **14** etwa in der Mitte der Lichteintrittsfläche **14** und unterhalb bzw. oberhalb der (gedachten) Ebene der Lichteintrittsfläche **14** angeordnet. Die übrigen Teilflächen verbinden diese mittlere Teilfläche mit den Seitenwänden **16** des Mikroprismas **12**, **13**.

Selbstverständlich können im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch Kombinationen der oben anhand der **Fig. 5** bis **10** beschriebenen Ausführungsformen des Mikroprismas und auch weitere ähnliche Ausgestaltungen ausgewählt werden. Hierbei sind die Deckflächen **14** entweder stetig oder nicht-stetig konkav oder konvex ausgebildet, d. h. immer zumindest in einem Teilbereich der Deckflächen **14** konkav oder konvex.

Anhand der **Fig. 11A** und **B** wird nun der Effekt der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Mikroprismenstruktur **12**, **13** auf die Wirkungsweise des optischen Elements **10**, **10'**, **10''** im Vergleich zu einer herkömmlichen Mikroprismenstruktur **12**, **13** erläutert.

In **Fig. 11A** ist zunächst ein herkömmliches optisches Element im Schnitt gezeigt. Der Furchenwinkel  $\delta$  zwischen benachbarten Mikroprismen **1** beträgt etwa  $15^\circ$ , das Rastermaß  $d$  der Mikroprismen **1** beträgt etwa  $700 \mu\text{m}$  und die Breite der Lichteintrittsflächen **2** der Mikroprismen etwa  $540 \mu\text{m}$ , so daß sich ein Verhältnis d. h. von etwa  $7 : 12$  ergibt. In **Fig. 11A** ist beispielhaft ein einfallender Lichtstrahl **17** gezeigt, der unter einem flachen Einfallswinkel direkt an der Kante **5** auf die Lichteintrittsfläche **2** der Mikroprismenstruktur **1** trifft. Aufgrund der höheren Brechzahl  $n$  des transparenten Materials des optischen Elements wird der Lichtstrahl **17** zum Lot auf die Lichteintrittsfläche **2** hin gebrochen. Der gebrochene Lichtstrahl **17'** läuft im Innern des Kerns des optischen Elements gerade an der Kante **6** zwischen den benachbarten Mikroprismen **1** vorbei und trifft auf die Lichtaustrittsfläche **3** bzw. in der Verlängerung auf die Lichtaustrittsfläche der Basisfläche. An der Lichtaustrittsfläche wird der Lichtstrahl **17'** aufgrund der niedrigeren Brechzahl der Umgebung vom Lot auf die Lichtaustrittsfläche **3** weggebrochen. Der aus dem optischen Element austretende Lichtstrahl **17''** hat einen Austrittswinkel  $\gamma$ , der größer als der maximal erwünschte Austrittswinkel  $\gamma_{\max}$  von etwa  $60^\circ$  ist. Im Fall des herkömmlichen optischen Elements kann also eine Blendung für den Betrachter nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Im Gegensatz zu dem herkömmlichen optischen Element von **Fig. 11A** sind in dem optischen Element gemäß der vorliegenden Erfindung von **Fig. 11B** Mikroprismenstrukturen **12**, **13** sowohl mit konkav ausgebildeten Lichteintrittsflächen **14** als mit konvex ausgebildeten Lichteintrittsflächen **14** in einer Zeichnung dargestellt. Beispielhaft sind jeweils zwei Lichtstrahlen **18**, die auf die Kanten der konkav ausgebildeten Lichteintrittsflächen **14** treffen, und zwei Lichtstrahlen **19**, die auf die Kanten der konvex ausgebildeten Lichteintrittsflächen **14** treffen, gezeigt. Außerdem sind die Furchen **22** zwischen den Mikroprismen **12**, **13** mit einer reflektierenden Abdeckung **20** versehen.

Die im Bereich der Kanten auf die konkav oder eingesenkt ausgebildete Lichteintrittsfläche **14** auftreffenden Lichtstrahlen **18** werden aufgrund des anderen Einfallswinkels auf die Lichteintrittsfläche im Vergleich zu dem in **Fig. 11A** gezeigten Strahlenverlauf stärker zum Lot auf die (gedachte) Ebene der Lichteintrittsfläche hin gebrochen, so daß die im Kern **11**, **11'**, **11''** des optischen Elements **10**, **10'**, **10''**

verlaufenden Lichtstrahlen **18'** unter einem steileren Winkel auf die Lichtaustrittsfläche **21** der Mikroprismen **12, 13** bzw. des Kerns **11, 11', 11''** treffen. Diese Lichtstrahlen **18'** werden zwar ebenfalls von dem Lot auf die Lichtaustrittsfläche **15** weggebrochen, ihr Austrittswinkel  $\gamma$  übersteigt aber in diesem Fall nicht den maximalen Austrittswinkel  $\gamma_{\max}$  von  $60^\circ$ .

Eine konvexe oder erhabene Ausbildung der Lichteintrittsfläche **14** bewirkt hingegen, daß die im Bereich der Kanten auf die Lichteintrittsfläche **14** unter einem flachen Winkel auftreffenden Lichtstrahlen **19** im Vergleich zu dem in **Fig. 11A** gezeigten Strahlenverlauf weniger zum Lot auf die (gedachte) Ebene der Lichteintrittsfläche hin gebrochen werden, so daß die Lichtstrahlen **19'** auf die Seitenflächen **16** der Mikroprismen **12, 13** treffen und an diesen totalreflektiert werden. Dies hat zur Folge, daß auch die Lichtstrahlen **19'** im Vergleich zu dem in **Fig. 11A** gezeigten Strahlenverlauf unter einem steileren Winkel auf die Lichtaustrittsfläche **21** der Mikroprismen **12, 13** bzw. des Kerns **11, 11', 11''** treffen und somit das optische Element unter einem ausreichend kleinen Austrittswinkel  $\gamma$  verlassen können (**19''**).

#### Patentansprüche

1. Optisches Element (**10, 10', 10''**) zur Umlenkung von in dieses eintretenden und wieder aus diesem austretenden Lichtstrahlen (**18, 19**), derart, daß deren Austrittswinkel ( $\gamma$ ) begrenzt ist, mit einem plattenförmigen Kern (**11, 11', 11''**) aus transparentem Material, der an einer Seite mit Mikroprismen (**12, 13**) besetzt ist, die sich unter Bildung von Furchen (**22**) – von ihrer Wurzel (**15**) ausgehend – verzüngen, wobei die Gesamtheit der Mikroprismen-Deckflächen (**14**) die Lichteintrittsfläche und die andere Seite (**21**) des Kerns (**11, 11', 11''**) die Lichtaustrittsfläche bildet, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mikroprismen-Deckflächen (**14**) in stetiger oder nicht-stetiger Form konvex oder konkav ausgebildet sind.
2. Optisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikroprismen-Deckflächen (**14**) konvex oder konkav gekrümmt sind.
3. Optisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikroprismen-Deckflächen (**14**) konvex oder konkav gestuft sind.
4. Optisches Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenflächen (**16**) der Mikroprismen (**12, 13**) reflektierend ausgebildet sind, so daß das Licht nicht durch die Seitenflächen (**16**) aus den Mikroprismen austreten kann.
5. Optisches Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Furchen (**22**) zwischen den benachbarten Mikroprismen (**12, 13**) reflektierend ausgebildet sind, so daß die Lichtstrahlen (**18, 19**) nur durch die Mikroprismen-Deckflächen (**14**) in das optische Element (**10, 10', 10''**) eintreten können.
6. Optisches Element nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Furchen (**22**) zwischen den benachbarten Mikroprismen (**12, 13**) mit einer Abdeckung (**20**) aus einem reflektierenden Material abgedeckt sind.
7. Optisches Element nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Furchen (**22**) zwischen den benachbarten Mikroprismen (**12, 13**) mit einem reflektierenden Material aufgefüllt sind.
8. Verfahren zur Herstellung eines optischen Elements nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der plattenförmige Kern (**11, 11', 11''**) aus

einem transparenten Block mechanisch herausgearbeitet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitung des transparenten Blocks mittels Laserstrahlen erfolgt.

10. Verfahren zur Herstellung eines optischen Elements nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das transparente Material des Kerns (**11, 11', 11''**) in eine entsprechende Form gegossen oder eingespritzt und anschließend mit Druck beaufschlagt wird.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

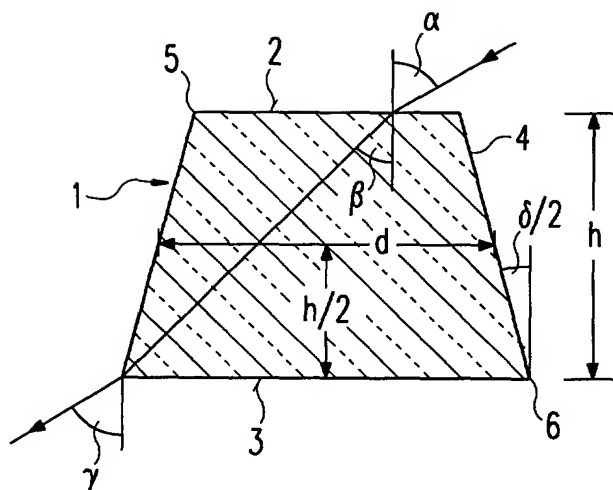


Fig. 1  
Stand der Technik

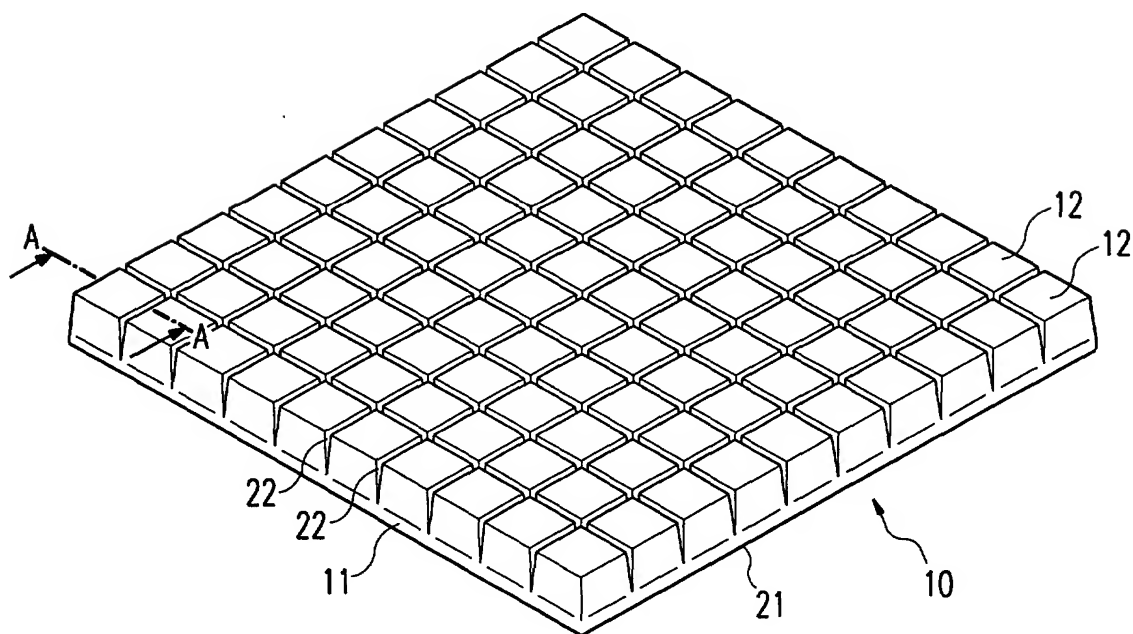


Fig. 2

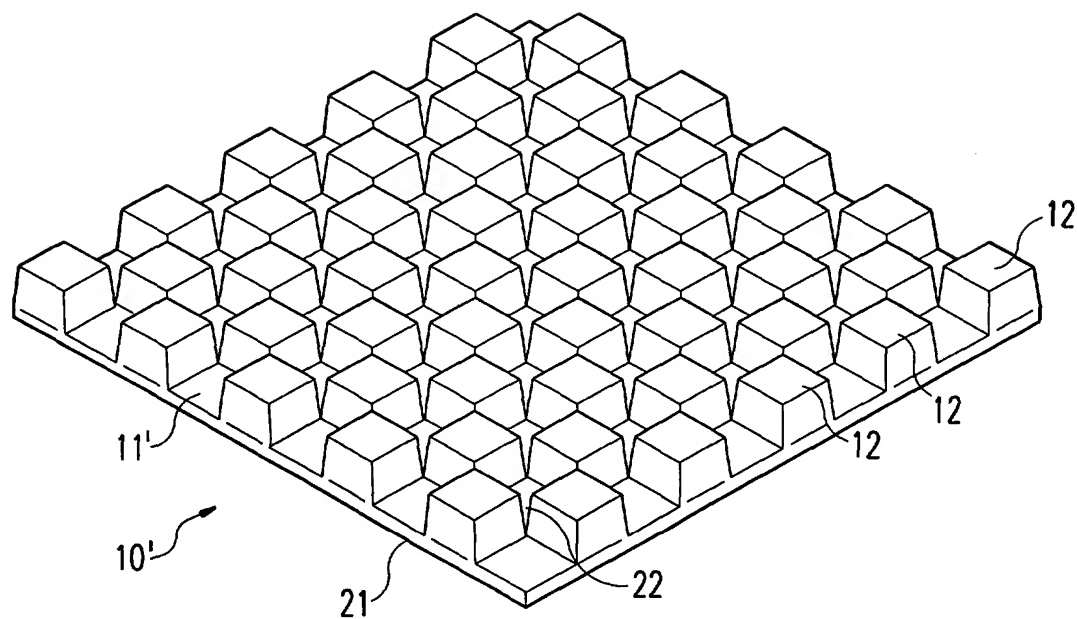


Fig. 3

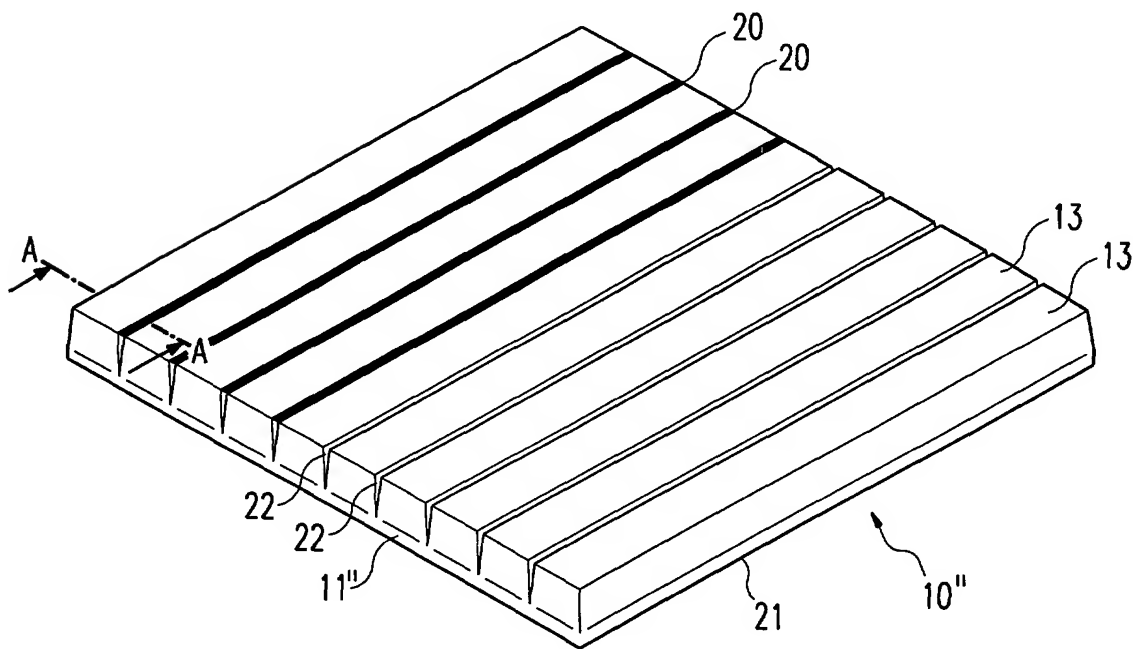


Fig. 4



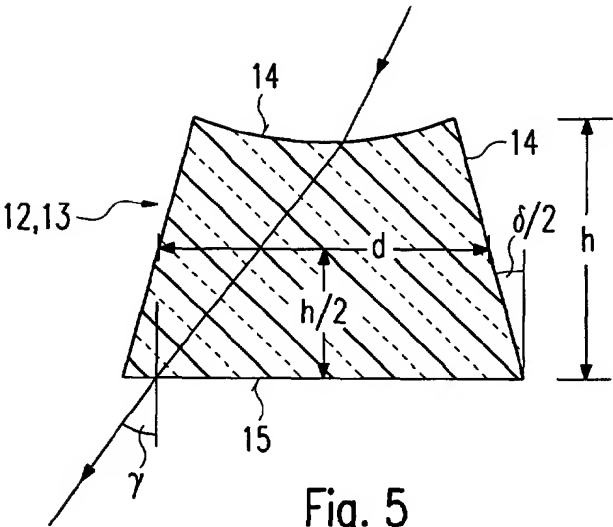


Fig. 5

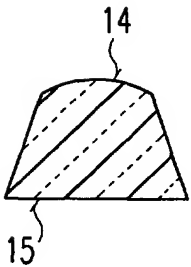


Fig. 6

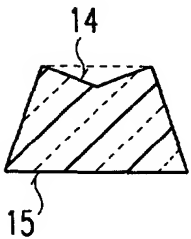


Fig. 7

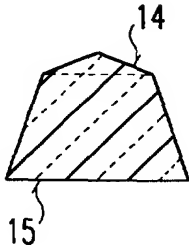


Fig. 8

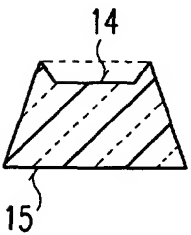


Fig. 9

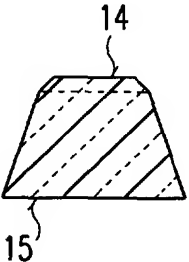


Fig. 10

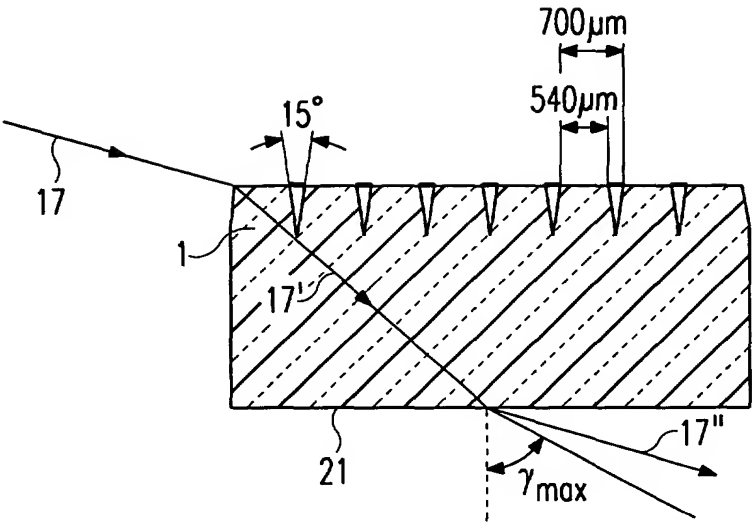


Fig. 11A  
Stand der Technik

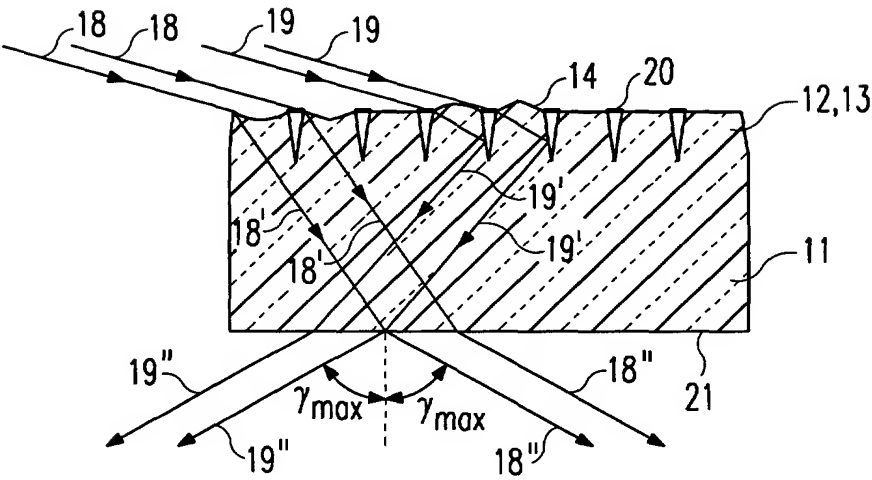


Fig. 11B